

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
14 juillet 2005 (14.07.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/064040 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
C23C 16/04, H01L 21/265, B82B 3/00, C23C 16/02

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/050743

(22) Date de dépôt international :
21 décembre 2004 (21.12.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0351186 23 décembre 2003 (23.12.2003) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];
31-33 rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **MAZEN,
Frédéric** [FR/FR]; 33, avenue Jeanne d'Arc, F-38100
Grenoble (FR). **BARON, Thierry** [FR/FR]; 20, rue de
Charmant Som, F-38120 Saint Egreve (FR). **DECOSAS,
Sébastien** [FR/FR]; 7 rue Condorcet, F-38000 GRENO-
BLE (FR). **SOUIFI, Abdelkader** [MA/FR]; 9 rue des
Liètres, F-38550 Clonas-sur-Vareze (FR).

(74) Mandataire : **LEHU, Jean**; Brevatome, 3, rue du Docteur
Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,
SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

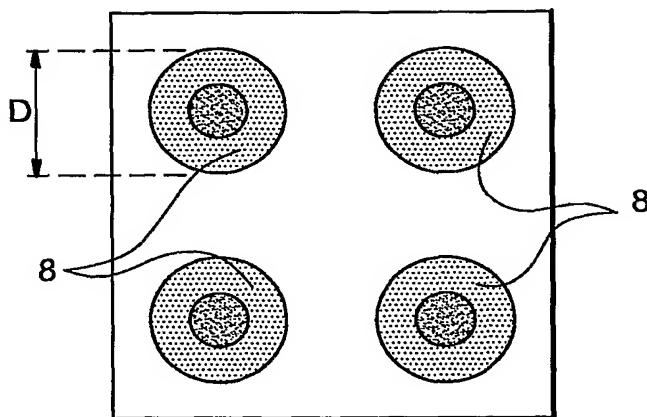
Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.*

(54) Title: METHOD FOR THE ORGANISED GROWTH OF NANOSTRUCTURES

(54) Titre : CROISSANCE ORGANISEE DE NANO-STRUCTURES



(57) Abstract: The invention relates to a method of
forming nanostructures, comprising: the formation of
nucleation sites (4) by irradiating a substrate using a sil-
icon or germanium ion beam, and the growth of nanos-
tructures (8) on the nucleation sites thus formed.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de for-
mation de nano-structures comportant : la formation
de sites (4) de nucléation par irradiation d'un substrat
à l'aide d'un faisceau d'ions silicium ou germanium ;
la croissance de nano-structures (8) sur les sites de nu-
cléation ainsi formés.

WO 2005/064040 A1

CROISSANCE ORGANISEE DE NANO-STRUCTURES**DESCRIPTION****DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR**

La présente invention concerne un procédé
5 de réalisation de nano-structures 3D organisées,
notamment en matériau semi-conducteur.

Les nano-structures se présentent sous la
forme d'un réseau. Elles sont réalisées sur un substrat
qui peut être une couche diélectrique par exemple en
10 SiO_2 , ou Al_2O_3 , ou Si_3N_4 , ou HfO_2 ou en un autre oxyde
métallique.

Ces nano-structures sont destinées à la
réalisation de dispositifs électroniques (mémoires,
transistors à 1 électron) optiques ou opto-
15 électroniques. Il s'agit en particulier de dispositifs
à blocage de coulomb mettant en œuvre des boîtes
quantiques. Ces nano-structures sont également
destinées à la réalisation de sondes pour bio-puces, un
morceau d'ADN pouvant être accroché à une nano-
20 structure.

L'amélioration constante des performances
des circuits micro-électroniques requiert un taux
d'intégration toujours plus important de leur composant
élémentaire, le MOSFET. Pour cela, jusqu'à présent,
25 l'industrie micro-électronique a pu diminuer les
dimensions du MOSFET en optimisant les procédés
technologiques sans rencontrer de limitations physiques
majeures à son fonctionnement.

Cependant, à court ou moyen terme, la « SIA
30 Roadmap » prévoit une longueur de grille de l'ordre de

35 nm en deçà de laquelle des effets quantiques perturberont le bon fonctionnement des transistors.

Il faut donc développer des solutions alternatives à la technologie CMOS.

5 Une des voies les plus prometteuses est l'utilisation des propriétés de rétention de charge et/ou de blocage de coulomb de nano-structures. On cherche donc actuellement à intégrer ces nano-structures, principalement réalisées en silicium, dans
10 des dispositifs.

Il existe plusieurs procédés pour réaliser ces nano-structures. Le dépôt chimique en phase vapeur (CVD) permet de déposer de façon industrielle des nano-structures sur un diélectrique.

15 Ces nano-structures, ont déjà pu être intégrées dans des dispositifs tels que des mémoires ou des transistors.

Le dépôt de nano-structures en silicium (ns-Si) sur diélectrique par CVD comporte la formation
20 d'une nouvelle couche de silicium, par CVD, à partir de précurseurs tels que le silane ou le disilane, est de type Volmer-Webber : sont d'abord formés des îlots tridimensionnels qui croissent jusqu'à la coalescence avant de former une couche continue. On peut ainsi, en
25 stoppant la croissance pendant les premiers stades du dépôt, obtenir des îlots de dimensions nanométriques.

La principale limitation de cette technique est que les nano-structures sont disposées aléatoirement sur le substrat, comme indiqué dans la
30 référence [1] citée en fin de la présente description.

Cela est dû au caractère spontané du processus de nucléation du silicium sur diélectrique.

Ces nano-structures se forment en fait préférentiellement sur des sites ou des défauts dont il
5 n'est pas actuellement possible de contrôler la disposition à la surface du substrat. Cela limite fortement la qualité et les performances des dispositifs basés sur de telles structures.

Pour parvenir à organiser la répartition de
10 ces nano-structures, il faut donc créer des sites de nucléation préférentiels répartis régulièrement à la surface du substrat. Pour cela, il a été proposé de déposer les nano-structures sur un substrat de SiO_2 ayant un champ de déformation régulier à sa surface.
15 Les nano-structures déposées sur ce genre de substrat s'organisent suivant des lignes, comme décrit dans la référence [2] citée en fin de la présente description.

Cependant, l'organisation résultante n'est pas satisfaisante et l'espacement entre les nano-
20 structures est très difficilement contrôlable. De plus cette méthode impose l'utilisation de diélectriques très fins qui ne garantissent pas l'isolation électrique entre les nano-structures et le substrat.

Il se pose donc le problème de trouver un
25 procédé permettant de contrôler la localisation et la croissance des nano-structures.

EXPOSE DE L'INVENTION

La présente invention permet de créer un réseau régulier de sites de nucléation pour contrôler
30 la localisation et la croissance de nano-structures.

Celles-ci sont par exemple déposées par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) sur un substrat, qui pourra être avantageusement en un matériau diélectrique.

En d'autres termes, la présente invention permet
5 d'organiser les nano-structures sur une surface.

Dans un premier temps, la surface du substrat est fonctionnalisée localement par dépôt d'un site de nucléation à l'aide d'un faisceau d'ions focalisés (FIB), par exemple un faisceau d'ions silicium ou
10 d'ions germanium.

Dans un deuxième temps, les nano-structures croissent, par exemple par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), sélectivement sur les sites de nucléation préalablement formés par le FIB.

15 Selon l'invention des centres de nucléation sont donc régulièrement déposés au moyen d'un faisceau d'ions focalisés FIB (Focused Ion Beam). Des nano-structures tridimensionnelles croissent ensuite sélectivement sur les centres de nucléation ainsi
20 formés.

L'invention permet notamment de réaliser, sur isolant, un dépôt organisé de nano-structures semi-conductrices, par exemple de Silicium ou en Germanium ou en matériau semi-conducteur de la colonne IV ou de
25 type III - V. Il est également possible de préparer des nano-structures métalliques.

La localisation de ces nano-structures est maîtrisée puisque le FIB permet une irradiation très locale, donc la formation de sites de croissance très
30 localisés, et permet un contrôle de l'espacement entre nano-structures.

Enfin, la densité de ces nano-structures est elle aussi contrôlée, puisqu'elle est égale à la densité de sites créés par FIB.

La taille des nano-structures est donc
5 correctement contrôlée, et la dispersion en taille est réduite par rapport à un dépôt aléatoire de nano-structures.

L'élément utilisé pour irradier peut être le même que, ou peut avoir des propriétés proches de,
10 l'élément constitutif des nano-structures. Les propriétés électriques ou optiques des nano-structures ne sont alors pas dégradées par la présence d'impuretés.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

15 Les figures 1 et 2 représentent des étapes d'un procédé selon l'invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION DE L'INVENTION

Un procédé selon l'invention va être décrit en liaison avec les figures 1 et 2.

20 Dans une première étape, une surface 2 est exposée à un faisceau d'ions pour y déposer localement un matériau qui servira de sites 4 de nucléation préférentiels, où les nano-structures peuvent ensuite croître.

25 On utilise pour cela un faisceau d'ions focalisé en FIB (Focused Ion Beam). Une station de travail FIB, utilisée à cet effet, permet de focaliser très précisément sur la surface du substrat 2 le faisceau d'ions avec une très haute densité de courant.

Une telle station de travail est par exemple décrite dans le document 4 cité à la fin de la présente description.

5 L'exposition de zones prédéterminées de la surface au faisceau d'ions focalisés (FIB) génère une modification locale des propriétés du substrat 2.

Un site réactif 4 créé par l'irradiation par le faisceau d'ion peut être, par exemple, un amas (quelques atomes) de l'élément utilisé pour irradier la surface, ou encore une introduction de cet élément dans le substrat, ou encore des défauts créés par le bombardement (ou l'implantation) ionique.

Des sites de nucléation 4 sont donc d'abord créés aux positions choisies, par irradiation de la surface avec un faisceau d'ions localisé (FIB).

L'élément utilisé pour irradier la surface a préférentiellement des propriétés proches de l'élément constitutif des nano-structures que l'on souhaite réaliser. Pour faire des nano-structures de silicium ou de germanium, on peut irradier avec, par exemple, du silicium. On peut aussi utiliser un faisceau de germanium.

Dans une deuxième étape, on réalise la formation de nano-structures 8 (figure 2), en trois dimensions, sur les sites 4 précédemment formés.

Pour cela, on emploie préférentiellement un précurseur qui engendre un dépôt sélectif sur le site par rapport au substrat.

Par exemple, si le diélectrique est du SiO_2 et si l'irradiation préalable est faite avec du silicium, on pourra déposer des nano-structures de

silicium ou de germanium en utilisant respectivement du Dichlorosilane ou du Germane, qui sont des précurseurs permettant d'engendrer un dépôt sur un site de silicium sélectif par rapport à un substrat en SiO₂. C'est
5 notamment le cas si l'irradiation est telle que se forment des agrégats de silicium ou des zones très riches en silicium à la surface du substrat.

Les nano-structures croissent donc sélectivement sur les zones 4 irradiées.

10 Le matériau voulu est par exemple déposé sélectivement sur les sites 4 de nucléation par dépôt chimique en phase vapeur (CVD).

Selon l'invention, un dépôt du site de nucléation (quelques atomes d'un matériau choisi) est
15 donc d'abord obtenu par FIB, alors que la technique FIB est connue pour être en principe inefficace pour obtenir une nano-structure 3D, ou en volume.

Puis, intervient la croissance sélective des nano-structures 8 sur les germes de croissance
20 déposés par FIB. La croissance de chaque nano-structure est ainsi bien localisée et sa taille contrôlée (diamètre maximum D, mesuré dans un plan parallèle au plan 2, de l'ordre de quelques nanomètres, par exemple compris entre 1nm et 10 nm ou 15 nm ou 20 nm ; la
25 hauteur est par exemple d'environ 100 nm, et la forme approximative de ces structures est comprise entre une hémisphère et une sphère. Dans des applications microélectroniques la hauteur sera inférieure à 20 nm et avantageusement de l'ordre de 10 nm.

Les nano-structures ainsi régulièrement disposées sont formées à une densité pouvant être comprise entre $10^8/\text{cm}^2$ et $10^{13}/\text{cm}^2$.

La dispersion de taille obtenue est
5 inférieure à 20 % : quand on fait la moyenne de toutes les tailles, on obtient une différence entre cristaux inférieure à 20 %.

En outre, l'intervention d'un procédé électrochimique n'est pas indispensable à l'obtention
10 d'une telle croissance sélective comme dans certains procédés connus.

Après la croissance de nano-structures, différents traitements thermiques peuvent être réalisés pour améliorer leurs propriétés électriques ou
15 optiques, notamment pour guérir les défauts engendrés par l'irradiation dans le substrat 2.

L'invention concerne tous les matériaux qui présentent une sélectivité de dépôt par rapport au substrat 2. L'irradiation par FIB apporte alors le site
20 de nucléation au matériau déposé.

Par exemple, on pourra avantageusement utiliser l'invention pour déposer sélectivement et localement, sur un substrat qui peut être de nature isolante (par exemple SiO_2 , Al_2O_3 , SiN_x , ...), des
25 matériaux de la colonne IV (par exemple carbure de silicium SiC , Diamant C ...), ou des matériaux III-V (arséniure de gallium, nitrure de gallium, GaP ...), ou des métaux...

REFERENCES CITEES DANS LA PRESENTE DESCRIPTION

[1] : T. Baron, F. Martin, P. Mur, C. Wyon,
M. Dupuy, Journal of Crystal Growth 290 (2000),
5 1004-1008.

[2] : T. Baron, F. Mazen, C. Busseret,
A. Souifi, P. Mur, M.N. Semeria, F. Fournel,
P. Gentile, N. Magnea, H. Moriceau, B. Aspar,
10 Microelectronic Engineering 61-62 (2002), 511.

[3] : P. Schmuki, LE. Erickson,
G. Champion, Journal of the Electrochemical Society,
vol. 148, no 3, (2001), C177.
15

[4] : R. Gerlach, M. Utlaut, Proceedings of
the SPIE, The International Society for Optical
Engineering, vol 4510 (2001), 96.

REVENDICATIONS

1. Procédé de formation de nano-structures comportant :

- 5 - la formation de sites (4) de nucléation, en volume, par irradiation d'un substrat (2) à l'aide d'un faisceau d'ions de silicium ou de germanium, par dépôt localisé d'atomes aptes à former de tels sites,
- 10 - la croissance de nano-structures (8) sur les sites de nucléation ainsi formés.

2. Procédé selon la revendication 1, la croissance étant obtenu par dépôt chimique en phase vapeur.

15

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, le substrat étant en un matériau diélectrique.

4. Procédé selon la revendication 3, le
20 substrat étant un dioxyde de silicium (SiO_2) ou de l'alumine (Al_2O_3) ou un nitrure de silicium (SiN_x).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, les nano-structures formées étant en un matériau
25 semi-conducteur.

6. Procédé selon la revendication 5, le matériau semi-conducteur étant du silicium ou du germanium.

30

7. Procédé selon la revendication 6, les structures formées étant obtenues respectivement à l'aide de dichlorosilane ou de germane en tant que précurseur gazeux.

5

8. Procédé selon la revendication 5, la structure semi-conductrice formée étant en un matériau semi-conducteur de la colonne IV.

10

9. Procédé selon la revendication 8, la structure semi-conductrice formée étant en carbure de silicium SiC ou en Diamant C.

15

10. Procédé selon la revendication 5, la structure semi-conductrice étant en un matériau semi-conducteur III - V.

20

11. Procédé selon la revendication 5, la structure semi-conductrice étant en arséniure de gallium (GaAs), ou en nitrure de gallium (GaN), ou en phosphure de gallium (GaP).

25

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, les nano-structures formées étant en un matériau métallique.

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, les nano-structures formées étant en 3 dimensions.

30

14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, les nano-structures formées étant de diamètre D maximum compris entre 1nm et 15nm.

- 5 15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, les nano-structures étant formées à une densité comprise entre $10^8/\text{cm}^2$ et $10^{13}/\text{cm}^2$.

1 / 1

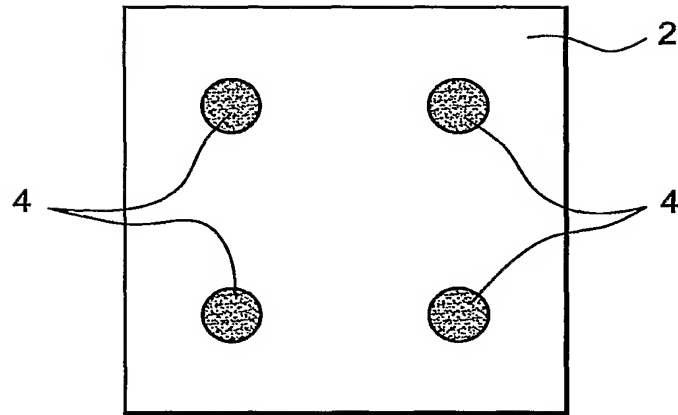


FIG. 1

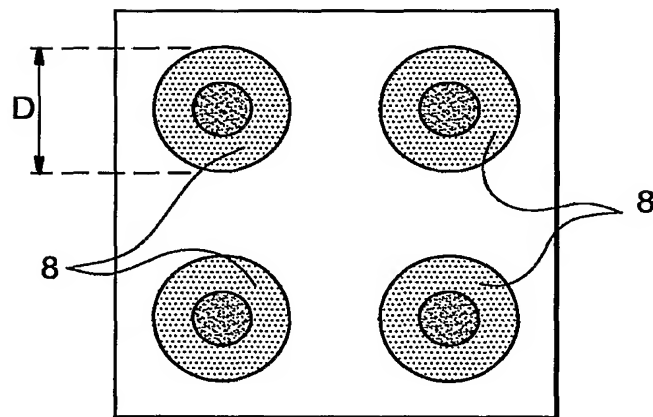


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C23C16/04 H01L21/265 B82B3/00 C23C16/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C23C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 935 454 A (TADA TETSUYA ET AL) 10 August 1999 (1999-08-10) column 2, lines 27-36 claim 8; example 4 column 6, lines 1-10 -----	1-6, 13
Y	US 4 908 226 A (MAYER THOMAS M ET AL) 13 March 1990 (1990-03-13) column 4, line 50 - column 5, line 11 column 8, lines 8-17 column 8, lines 34-41 -----	1-6, 13
A	US 2003/157744 A1 (SCHLAF RUDIGER) 21 August 2003 (2003-08-21) the whole document ----- <div style="text-align: right;">-/--</div>	1-15
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div>		
* Special categories of cited documents :		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*S* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">19 April 2005</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">04/05/2005</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Castagné, C</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/050743

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KUBENA R L ET AL: "SELECTIVE AREA NUCLEATION FOR METAL CHEMICAL VAPOR DEPOSITION USING FOCUSED ION BEAMS" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 6, no. 6, 1 November 1988 (1988-11-01), pages 1865-1868, XP000133336 ISSN: 1071-1023 the whole document -----	1-15
A	US 5 082 359 A (KIRKPATRICK ALLEN R) 21 January 1992 (1992-01-21) the whole document -----	1-15
A	R. GERLACH, M. UTLAUT: "Focused Ion beam Methods of Nanofabrication: room at the Bottom" PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 4510, 2001, pages 96-106, XP008035414 cited in the application the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050743

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5935454	A	10-08-1999	JP	2884054 B2	19-04-1999
			JP	9148302 A	06-06-1997
US 4908226	A	13-03-1990	DE	68906865 D1	08-07-1993
			DE	68906865 T2	09-09-1993
			EP	0372061 A1	13-06-1990
			ES	2017813 A6	01-03-1991
			GR	89100334 A ,B	12-03-1990
			JP	2504444 T	13-12-1990
			KR	9203791 B1	14-05-1992
			WO	8911553 A1	30-11-1989
US 2003157744	A1	21-08-2003	US	2003143327 A1	31-07-2003
			US	2004022943 A1	05-02-2004
			US	2004009308 A1	15-01-2004
			US	2003218224 A1	27-11-2003
US 5082359	A	21-01-1992	NONE		

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2004/050743

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C23C16/04 H01L21/265 B82B3/00 C23C16/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C23C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 935 454 A (TADA TETSUYA ET AL) 10 août 1999 (1999-08-10) colonne 2, ligne 27-36 revendication 8; exemple 4 colonne 6, ligne 1-10	1-6, 13
Y	US 4 908 226 A (MAYER THOMAS M ET AL) 13 mars 1990 (1990-03-13) colonne 4, ligne 50 - colonne 5, ligne 11 colonne 8, ligne 8-17 colonne 8, ligne 34-41	1-6, 13
A	US 2003/157744 A1 (SCHLAF RUDIGER) 21 août 2003 (2003-08-21) le document en entier	1-15
	----- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

19 avril 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/05/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentiaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Castagné, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050743

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>KUBENA R L ET AL: "SELECTIVE AREA NUCLEATION FOR METAL CHEMICAL VAPOR DEPOSITION USING FOCUSED ION BEAMS" JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART B, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 6, no. 6, 1 novembre 1988 (1988-11-01), pages 1865-1868, XP000133336 ISSN: 1071-1023 le document en entier -----</p>	1-15
A	<p>US 5 082 359 A (KIRKPATRICK ALLEN R) 21 janvier 1992 (1992-01-21) le document en entier -----</p>	1-15
A	<p>R. GERLACH, M. UTLAUT: "Focused Ion beam Methods of Nanofabrication: room at the Bottom" PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 4510, 2001, pages 96-106, XP008035414 cité dans la demande le document en entier -----</p>	1-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050743

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5935454	A	10-08-1999	JP 2884054 B2 JP 9148302 A	19-04-1999 06-06-1997
US 4908226	A	13-03-1990	DE 68906865 D1 DE 68906865 T2 EP 0372061 A1 ES 2017813 A6 GR 89100334 A ,B JP 2504444 T KR 9203791 B1 WO 8911553 A1	08-07-1993 09-09-1993 13-06-1990 01-03-1991 12-03-1990 13-12-1990 14-05-1992 30-11-1989
US 2003157744	A1	21-08-2003	US 2003143327 A1 US 2004022943 A1 US 2004009308 A1 US 2003218224 A1	31-07-2003 05-02-2004 15-01-2004 27-11-2003
US 5082359	A	21-01-1992	AUCUN	